

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВРЕМЕННЫХ ПАРАМЕТРОВ ОТПУСКА ПОСЛЕ ДВУХКРАТНОЙ ЗАКАЛКИ НА КОМПЛЕКС МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ Cr-Mo-V ТРУБНОЙ СТАЛИ

Швецов М.Л., Мусихин С.А.

Руководитель – доцент, к.т.н. Беликов С.В.

ФГАОУ ВПО «УрФУ имени первого Президента России Б.Н.Ельцина»,

г. Екатеринбург

Shveds7@yandex.ru

Особое внимание последнее время уделяется обработке сталей из МКИ, позволяющей сформировать двухфазную ферритно-мартенситную структуру. Интерес к подобной обработке обусловлен возможностью достижения высокого сочетания прочности и пластичности при определенных условиях.

Целью настоящей работы – научно обоснованная разработка режимов термической обработки обсадных труб и муфтовой заготовки из Cr-Mo-V сталей, позволяющих достичь комплекса механических свойств, отвечающего высоким группам прочности (М, Р, Т по ГОСТ 632-80).

В качестве материала исследования была выбрана Cr-Mo-V трубная сталь 22Х1МФА.

Таблица 1 Химический состав стали 22Х1МФА, масс %

Химический Элемент*	C	Mn	Si	Cr	V	S	P	Mo	Ni	Cu
Содержание, %	0,24	0,63	0,32	1,12	0,05	0,005	0,008	0,33	0,10	0,09
*ост. Fe										

Для изучения влияния параметров отпуска и исходной структуры на механические свойства стали 22Х1МФА была проведена термическая обработка по режимам, показанных на схеме.

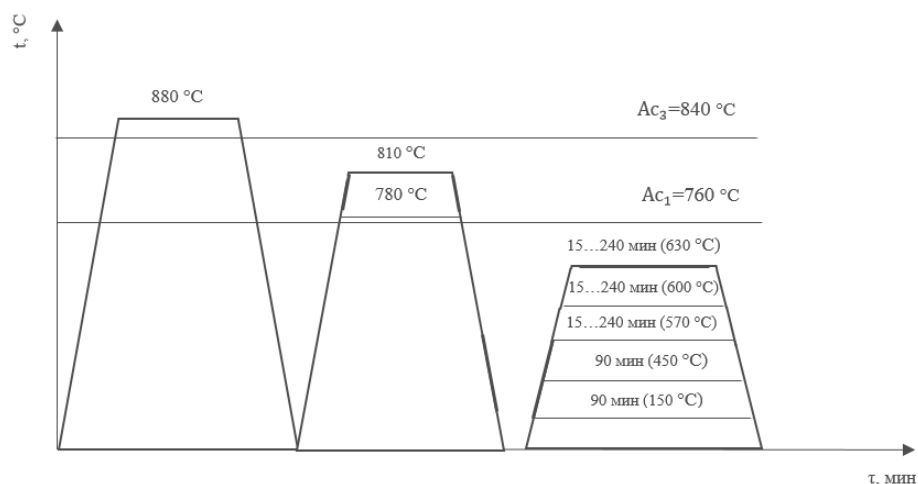


Рисунок 1 Схема режимов термообработки, исследуемой стали

При выборе режима термической обработки следует учитывать кинетику фазовых превращений в стали при нагреве и охлаждении. Поэтому, исследовали устойчивость аустенита при охлаждении из области γ (880 °C) и области $(\gamma + \alpha)$ (780 и 810 °C), были построены термокинетические диаграммы (ТКД) (рисунок 2). Основная особенность ТКД исследуемой стали заключается в разделении феррито-перлитной и бейнито-мартенситной областей интервалом повышенной устойчивости.

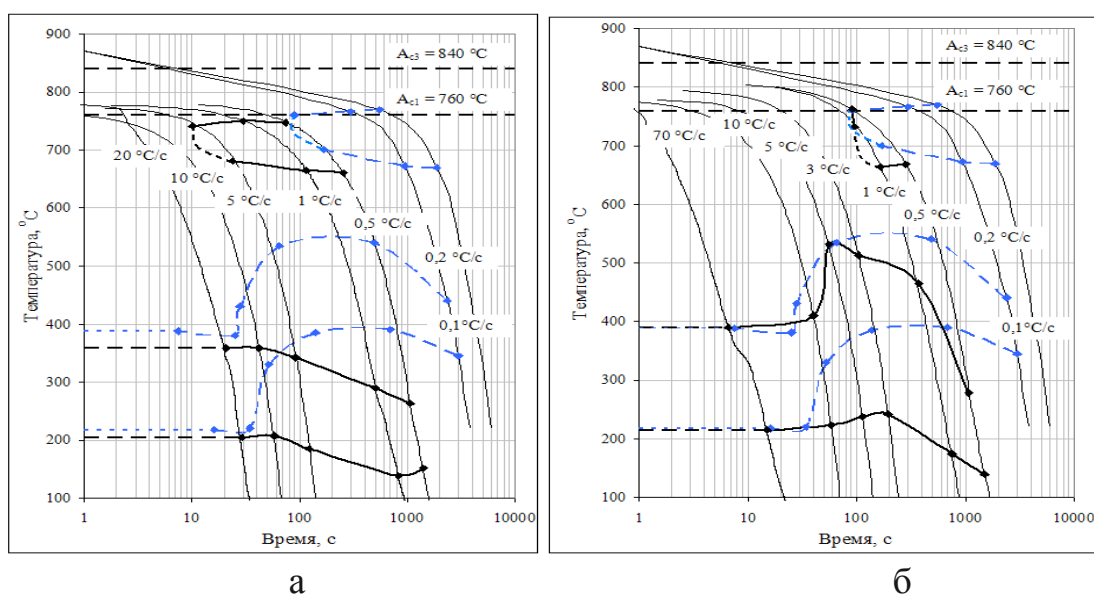


Рисунок 2 Термокинетические диаграммы распада переохлажденного аустенита стали 22Х1МФА: а – черные сплошные линии $t_1 = 880$ °C, $t_2 = 780$ °C, пунктирные линии $t_1 = 880$ °C; б – черные сплошные линии $t_1 = 880$ °C, $t_2 = 810$ °C, пунктирные линии $t_1 = 880$ °C

После закалки с 880 °C, в структуре присутствует мартенсит и остаточный аустенит. После закалки от температуры 780 °C в структуре

наблюдается 10-20 % мартенсита, а после закалки от температуры 810 °С содержание мартенсита составляет 60-80 %.

Для режимов обработки 880/780 и 880/810 было проведено варьирование температур отпуска с 570 до 630 °С. Показано, что при изменении температуры закалки от 780 до 810 °С происходит изменение твердости от 38 до 45 единиц HRC. Это можно объяснить тем, что при повышении температуры нагрева в МКИ увеличивается количество образующегося аустенита, в результате чего при последующей закалке возрастает объемная доля упрочняющей фазы. Установлено, что время выдержки 90 минут при высоком отпуске в интервале температур 570...630 °С позволяет получить минимальный разброс в значениях твердости (рисунок 3).

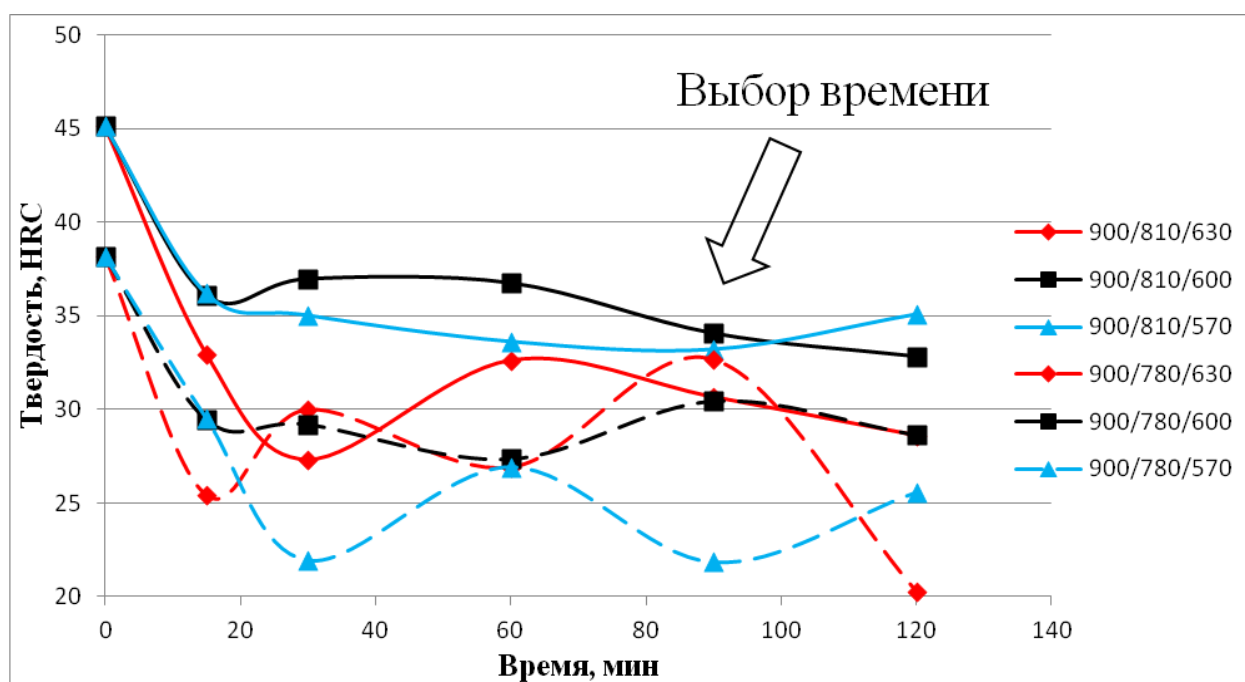


Рисунок 3. Изменение твердости стали 22Х1МФА в процессе отпуска

В дальнейшем рассмотрено влияние высокого, среднего и низкого отпуска на ударную вязкость и твердость стали. За основу брался режим термообработки 900/810 с температурами отпуска 600, 450 и 150 °С, и времени выдержки 90 минут. Построены гистограммы зависимости ударной вязкости и твердости от температуры отпуска, представленные на рисунке 4. Показано, что с понижением температуры отпуска с 600 до 450 °С происходит падение ударной вязкости на 39 %. При этом твердость повышается на 9 единиц HRC. При снижении температуры отпуска до 150 °С, ударная вязкость падает на 68 %. Значение твердости изменяется на 14 единиц HRC по сравнению со значениями, полученными после высокого отпуска.

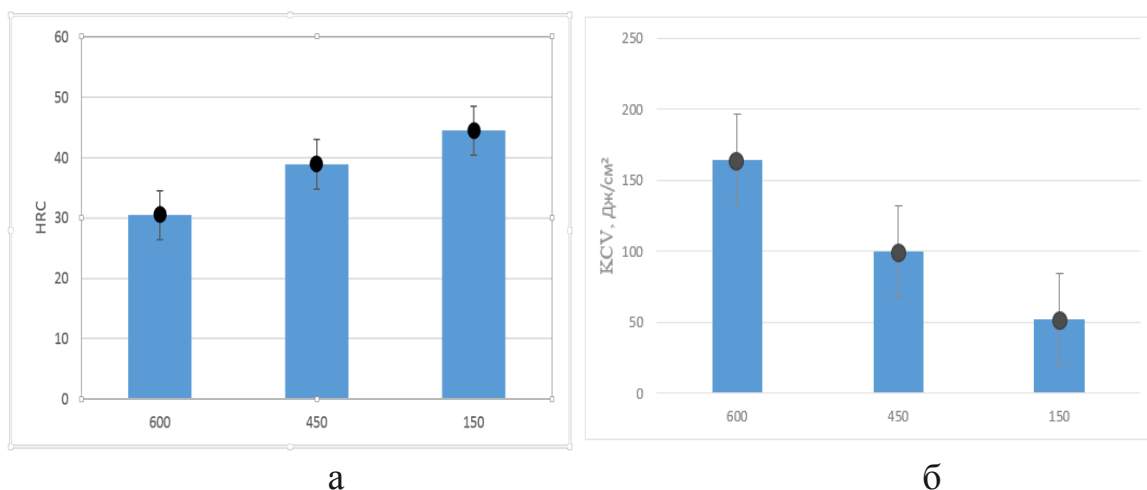


Рисунок 4 Изменение твердости(а) и ударной вязкости(б) в зависимости от температуры отпуска.

В ходе проделанной работы были выбраны режимы термообработки 900/810/600 (90 минут) и 900/810/450 (90 минут) которые позволяют получить высокий комплекс механических свойств. Для обработки по режиму: 900/810/600 (90 минут) были получены следующие значения: $KCV = 180 \pm 7$ Дж/см², $\sigma_{0,2} = 880 \pm 4$ МПа, $\sigma_b = 1010,0 \pm 5$ МПа, $\delta_5 = 20 \pm 2$ %, соответствующие группе прочности М по ГОСТ 632-80. После обработки по режиму 900/810/450 (90 минут) были получены следующие значения: $KCV = 49 \pm 6$ Дж/см², $\sigma_{0,2} = 1040 \pm 3$ МПа, $\sigma_b = 1180 \pm 6$ МПа, $\delta_5 = 15 \pm 2$ %, соответствующие группе прочности Т по ГОСТ 632-80.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ:

1. Иванцов О.М. Надежность строительных конструкций магистральных трубопроводов // М.: Недра, 1985. 231 с.
2. Малоуглеродистые стали для металлических конструкций / П.Д. Одесский, И.И. Ведяков // М.: «Интермет Инжиниринг», 1999. 224 с.
3. Основы термической обработки стали: Учебное пособие / М.А. Смирнов, В.М. Счастливцев, Л.Г. Журавлев. М.: «Наука и технологии», 2002. 519 с.
4. Термическая обработка в машиностроении: Справочник / Под ред. Ю.М. Лахтина, А.Г.Рахштадта. М.: Машиностроение, 1980. 783 с.